

4. La fumure azotée

R. Meza¹, B. Monfort², B. Dumont³, O. Mahieu⁴, C. Roisin⁵, C. Vandenberghe⁶, L. Blondiau⁴, C. Colin⁷, J-P. Destain⁸, et B. Bodson⁹

1	La fumure en froment.....	3
1.1	Bilan de la saison 2013	3
1.2	Expérimentation, résultats, perspectives.....	4
1.2.1	Résultats obtenus dans les essais à Lonzée et à Gembloux.....	4
1.2.2	Essai de comparaison de fumures réalisé à Ath	9
1.3	Recommandations pratiques	10
1.3.1	Azote minéral du sol sous froment d’hiver, situation au 13 février 2014.....	10
1.3.2	Les objectifs	12
1.3.3	Les principes de base de la fixation de la fumure azotée	13
1.3.4	Le rythme d’absorption de l’azote par la culture	13
1.3.5	La détermination pratique de la fumure	15
1.3.6	Les modalités d'application des fumures.....	16
1.3.7	Calcul de la fumure azotée pour 2014.....	19

¹ ULg – Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des régions tempérées – Production intégrée des céréales en Région Wallonne, subsidié par la DGarNE du Service Public de Wallonie

² Projet APE 2242 (FOREM) et projet CePiCOP (DGarNE – Ministère de l’Agriculture et de la Ruralité du Service Public de Wallonie)

³ ULg – Gx-ABT – Unité de Mécanique et Construction

⁴ C.A.R.A.H. asbl. Centre Agronomique de Recherches Appliquées de la Province de Hainaut

⁵ CRA-W – Dpt Agriculture et milieu naturel – Unité Fertilité des sols et protection des eaux

⁶ ULg – Gx-ABT – Unité de Science du sol – Grenera

⁷ Requasud – Laboratoire de la Province de Liège

⁸ Directeur Général ff du CRA-W

⁹ ULg – Gx-ABT – Unité de Phytotechnie des régions tempérées

2	La fumure en escourgeon.....	34
2.1	Les particularités de l'année culturale 2012-2013	34
2.2	Résultats des expérimentations en 2013.....	34
2.2.1	La fumure optimale à Lonzée en 2013	34
2.2.2	Fumure azotée économiquement optimale à Lonzée en moyenne depuis 2004 à 2013	36
2.2.3	La forme de l'engrais (solide ou liquide) influence son efficacité	37
2.3	Les recommandations pratiques	38
2.3.1	Conditions particulières de 2014, profil en azote minéral du sol en escourgeon et état des cultures en sortie d'hiver	38
2.3.2	La détermination pratique de la fumure.....	39
2.3.3	Les modalités d'application de la fumure azotée	39
2.3.4	Calcul de la fumure azotée pour 2014	40

1 La fumure en froment

1.1 Bilan de la saison 2013

Les semis de la saison culturale 2012-2013 ont été réalisés entre le 19 octobre et le 15 novembre 2012. Malgré le fait que les mois d'octobre et de novembre aient été marqués par de fortes précipitations, l'implantation des semis par épisodes s'est réalisée dans de bonnes conditions.

Le mois de décembre a été doux et humide, l'hiver s'est réellement installé à la mi-janvier. Nous avons eu une longue période de froid avec des températures négatives durant le mois de mars et jusqu'à la première décade d'avril. Ce froid tardif a entraîné un retard dans la reprise de la végétation.

Le mois d'avril a été doux et plus sec alors que le mois de mai a été marqué par des précipitations accompagnées de températures trop basses pour la saison. Le tableau 4.1 reprend les dates d'application des engrais azotés dans les essais « fumure » pour les années 2011, 2012 et 2013. Ce tableau montre le retard de la végétation induit par le froid au cours de l'année 2013.

Tableau 4.1 – Dates d'application des fumures lors des trois dernières années.

Année de récolte	Semis	Densité	Variété	Stades		
				Tallage	Redressement	Dernière Feuille
2011	25/10/2010	250g/m ²	KWS Ozon	16-mars	14-avr	11-mai
2012	20/10/2011	250g/m ²	KWS Ozon	19-mars	5-avr	16-mai
2013	19/10/2012	250g/m ²	KWS Ozon	8-avr	29-avr	28-mai

De plus, les pluies n'ont pas facilité les différentes interventions dans la culture. La croissance et le développement des cultures ont donc été très particuliers durant le printemps 2013.

Les mois de juin et de juillet ont été doux et secs. Ces conditions climatiques ont été favorables pour le remplissage des grains et dans certains cas, le retard des cultures a pu être rattrapé.

1.2 Expérimentation, résultats, perspectives

Dans ce point « Expérimentation, résultats et perspectives », quatre essais sont décrits. Deux d'entre eux ont été mis en place à Gembloux, un à Lonzée et le dernier à Ath.

1.2.1 Résultats obtenus dans les essais à Lonzée et à Gembloux

L'Unité de Phytotechnie des Régions Tempérées de Gembloux Agro-Bio Tech (ULg), en collaboration avec l'Unité Fertilité des sols et Protection des eaux du CRA-W, a mis en place deux essais « fumure azotée ». Ces essais ont été implantés sur précédent betterave à Lonzée et sur précédent froment à Gembloux.

Le tableau 4.2 précise la conduite culturale des deux essais :

Tableau 4.2 – Conduite culturale des essais « fumure azotée » 2013 de Lonzée et de Gembloux.

		Essai "Lonzée"	Essai "Gembloux"
Variété		KWS Ozon	Barok
Caractéristique variété		Panifiable	Panifiable
N° de l'essai		FH13-13	FH13-51
Date de semis		19-oct	24-oct
Densité de semis		250 gr/m ²	250 gr/m ²
Précédent		Betterave	Froment
Teneurs en N total en sortie hiver sur 90cm (uN)		51	53
Apport de fumure	Tallage (T)	8-avr	8-avr
	Tallage-redressement (T-R)	14-avr	-
	Redressement (R)	29-avr	29-avr
	Dernière feuille (DF)	28-mai	28-mai
Insecticide		néant	néant
Désherbage		14-avr	22-avr
Raccourcisseur		néant	néant
Fongicide		6-juin	6-juin
Récolte		14-août	12-août

Il est à remarquer que les deux essais n'ont pas été conduits suivant le même protocole expérimental ; à savoir qu'après betteraves la variété "KWS Ozon" a reçu principalement des modalités de fumure à deux fractions (T-R et DF) alors qu'après froment la variété "Barok" a reçu des modalités classiques en 3 fractions.

1.2.1.1 Les rendements phytotechnique et économique

Le rendement phytotechnique est défini comme le rendement brut obtenu sur la parcelle.

Le rendement économique représente la valeur de la production (obtenue à la parcelle) à laquelle on déduit l'équivalent correspondant de l'engrais azoté mis en œuvre.

L'ensemble des rendements économiques repris dans ce chapitre sont exprimés selon le rapport 6 (1 kg N = 6 kg de froment). Le prix de vente retenu pour le froment est de 180 €/T et le prix de l'azote à la tonne (ammonitrate 27%) est de 300 €.

Les tableaux 4.3 et 4.4 reprennent respectivement les rendements obtenus pour les essais de Lonzée et de Gembloux.

Rendements phytotechnique et économique

L'essai sur la variété KWS Ozon à Lonzée a donné un **rendement phytotechnique** maximal de 114 qx/ha. Ce rendement a été obtenu avec deux fumures totales différentes : 225 kg N/ha (125-100) et 250 kg N/ha (125-125). D'autres fumures totales comprises entre 150 et 300 kg N/ha, avec différents fractionnements, permettent également d'atteindre des rendements statistiquement équivalents (valeurs grisées dans le tableau 4.3).

La fumure de 275 kg N/ha (fumure maximale) en 2 apports ainsi que la fumure en 3 apports (100-100-100) n'ont pas atteint le rendement maximal attendu, mais leur rendement est toutefois statistiquement équivalent au maximum.

Concernant la fumure « Livre blanc » en 3 apports (50-60-75), le rendement a également atteint une valeur statistiquement équivalente à celle du rendement maximal.

Notons que ce n'est pas le rendement phytotechnique qui est primordial pour l'agriculteur, mais bien le **rendement économique**. En observant la colonne "rdt eco" du tableau 4.3, le rendement économique maximal est de 102 qx/ha et est atteint avec 150 kg N/ha en 2 fractions (100-50).

Les fumures conseillées par le « Livre Blanc » ont également permis d'obtenir des rendements économiques statistiquement équivalents aux rendements maximal.

Nombre d'épis/m²

Si nous observons le nombre d'épis/m², nous pouvons dire que l'année 2013 a été une année exceptionnelle, puisque la densité des épis est supérieure à 400 épis/m² pour la grande majorité des modalités d'application de la fumure.

Pour que le froment exprime pleinement son potentiel de rendement, une densité modérée d'épis au mètre carré, de l'ordre de 400 à 500 épis/m², est nécessaire. De plus, la lumière, l'eau, la température et les éléments nutritifs sont également des facteurs importants. Durant cette année 2013, tous ces éléments ont été retrouvés par la plante et peu de maladies se sont manifestées. Cela explique notamment pourquoi les rendements ont été exceptionnels en 2013.

Poids de mille grains

Le remplissage du grain a également été très correct. En effet, le poids de mille grains de l'ensemble des modalités d'application a été supérieur à la normale, qui est d'environ 50g.

Poids à l'hectolitre

Le poids à l'hectolitre pour l'ensemble des modalités d'application de la fumure azotée atteint au minimum 80 kg/hl, avec un maximum de 82.5 kg/hl.

4. La fumure azotée

Tableau 4.3 – Rendements phytotechniques et économiques (qx/ha), nombre d'épis/m², poids de 1 000 grains (en g) et poids de l'hectolitre observés dans l'essai « fumure azotée » de Lonzée 2013 – Variété KWS Ozon, précédent betteraves.

N° Objet	Fumure azotée (kg N/ha)					KWS Ozon				
	T 8-avr	TR 14-avr	R 29-avr	DF 28-mai	Tot	Rdt phytot (qx/ha)	Rdt Eco (qx/ha)	Nbre épis/m ²	PMG	PHL (kg/hl)
1	0	0	0	0	0	72	72	367	56	80,0
2	-	50	-	-	50	91	88	428	55	80,5
3	-	50	-	50	100	103	97	516	56	81,9
4	-	50	-	75	125	105	97	468	53	82,2
5	-	50	-	100	150	108	99	463	56	82,5
6	-	50	-	125	175	109	98	455	57	82,5
7	-	50	-	150	200	109	97	450	56	82,4
8	-	75	-	-	75	98	93	493	54	81,1
9	-	75	-	50	125	107	99	527	54	82,1
10	-	75	-	75	150	108	99	518	55	82,2
11	-	75	-	100	175	110	100	472	56	82,2
12	-	75	-	125	200	111	99	488	57	82,5
13	-	75	-	150	225	114	101	489	57	82,4
14	-	100	-	-	100	103	97	526	55	81,9
15	-	100	-	50	150	111	102***	492	55	82,3
16	-	100	-	75	175	111	100	491	54	82,1
17	-	100	-	100	200	113	101	491	53	82,3
18	-	100	-	125	225	114	100	532	54	82,6
19	-	100	-	150	250	113	98	582	56	82,7
20	-	125	-	-	125	107	99	576	53	81,8
21	-	125	-	50	175	111	101	546	53	81,8
22	-	125	-	75	200	111	99	533	54	82,2
23	-	125	-	100	225	114	100	560	54	82,4
24	-	125	-	125	250	114**	99	560	53	81,8
25	-	125	-	150	275	113	97	537	53	82,1
26	50	-	50	50	150	107	98	501	55	82,1
27	75	-	75	75	225	112	98	575	51	81,9
28	100	-	100	100	300	111	93	598	50	81,1
29*	50	-	60	75	185	111	100	552	53	82,5
30*	100	-	-	85	185	110	99	594	53	82,3

* Les deux dernières fumures (29 et 30) sont les fumures calculées et ajustées selon la méthode du « Livre blanc ».

** La valeur en gras représente, le rendement phytotechnique maximal observé et les cases grisées sont les rendements statistiquement équivalents à la valeur maximale.

*** La valeur en gras représente, le rendement économique maximal et les cases grisées sont les rendements statistiquement équivalents à la valeur maximale.

Tableau 4.4 – Rendements phytotechniques et économiques (qx/ha), nombre d'épis/m², poids de 1 000 grains (en g) et poids de l'hectolitre observés dans l'essai « fumure azotée » de Gembloux 2013 – Variété Barok, précédent froment.

N° Objet	Fumure azotée (kg N/ha)				Barok				
	T 8-avr	R 29-avr	DF 28-mai	Total	Rdt phytot (qx/ha)	Rdt Eco (qx/ha)	Nbre épis/m ²	PMG	PHL (kg/hl)
1	0	0	0	0	65	65	293	49	77,7
2	50	-	-	50	88	85	384	48	77,7
3	-	50	-	50	90	87	401	47	77,0
4	-	-	50	50	83	80	373	48	78,1
5	50	50	-	100	100	94	487	46	77,9
6	-	50	50	100	96	90	429	46	78,2
7	50	-	50	100	98	92	444	46	78,6
8	50	50	50	150	108	99***	455	46	78,3
9	50	-	100	150	99	90	445	46	78,3
10	-	50	100	150	105	96	417	45	78,0
11	50	50	100	200	109	97	451	44	78,3
12	50	-	150	200	104	92	450	46	78,2
13	-	50	150	200	104	92	454	44	77,2
14	50	50	150	250	104	89	458	45	78,3
15	-	-	150	150	99	90	435	45	77,6
16	75	75	-	150	106	97	513	43	77,6
17	75	-	75	150	104	95	477	46	78,6
18	-	75	75	150	102	93	451	44	78,2
19	75	75	75	225	106	92	527	43	77,9
20	100	-	-	100	101	95	479	45	78,0
21	-	100	-	100	97	91	452	45	77,4
22	-	-	100	100	90	84	369	46	78,1
23	100	100	-	200	105	93	552	42	77,3
24	-	100	100	200	106	94	456	43	77,9
25	100	-	100	200	106	94	481	46	78,4
26	100	100	100	300	105	87	560	40	77,4
27	100	-	150	250	109	94	482	44	78,3
28	-	100	150	250	106	91	448	43	77,9
29*	60	70	75	205	111**	98	512	43	77,9
30*	100	-	105	205	107	94	488	43	78,4

* Les deux dernières fumures (29 et 30) sont les fumures calculées et ajustées selon la méthode du « Livre blanc ».

** La valeur en gras représente, le rendement phytotechnique maximal observé et les cases grisées sont les rendements statistiquement équivalents à la valeur maximale.

*** La valeur en gras représente, le rendement économique maximal et les cases grisées sont les rendements statistiquement équivalents à la valeur maximale.

Rendements phytotechnique et économique

Le **rendement phytotechnique** maximal pour l'essai à Gembloux est de 111 qx/ha et il a été obtenu avec une modalité d'application de fumure en trois apports (60-70-75). Cette modalité est celle conseillée par le « Livre Blanc ».

Cependant, comme nous pouvons le voir au tableau 4.4, ce n'est pas ce fractionnement qui a permis d'obtenir un rendement économique maximal, qui est de 99 qx/ha dans cet essai. La modalité ayant permis cela est 50-50-50. De plus ce fractionnement 50-50-50 a permis d'obtenir un rendement phytotechnique statistiquement équivalent au rendement maximal (valeurs grisées dans le tableau 4.4).

La fumure maximale, de 300 kg N/ha, n'a permis d'atteindre un maximum ni pour le rendement phytotechnique ni pour le rendement économique.

Nombre d'épis/m²

Comme pour l'essai de Lonzée, le nombre d'épis/m² de cet essai est supérieur à 400 pour de nombreuses modalités d'application, avec un maximum atteint à 560 épis/m² pour la modalité 100-100-100 (fumure maximale).

Poids de mille grains

Le remplissage du grain est correct (en moyenne 45g), même si en comparaison avec l'essai de Lonzée, il est plus faible. Cependant, en comparant avec l'année 2012, les poids sont nettement plus élevés, ce qui peut confirmer que l'année 2013 a été une année exceptionnelle.

Poids à l'hectolitre

Le poids à l'hectolitre est au-dessus des 77 kg, ce qui est tout à fait correct pour une variété panifiable comme la variété Barok.

1.2.1.2 Résultats de l'essai micro-capteurs - Impact de la fumure sur le taux de protéines

Une expérimentation avec des micro-capteurs de données climatiques a été mise en place il y a 5 ans par Gx-ABT, en collaboration avec le CRA-W. Cette expérimentation comporte 16 modalités de fumure comparées avec un témoin (0N) et permet d'étudier les différents effets climatiques à l'échelle locale. Les résultats obtenus en continu via les micro-capteurs permettraient d'adapter la fertilisation en temps réel.

Le précédent cultural de cet essai était du colza. L'azote minéral total présent dans le profil après l'hiver était de 103 kg N/ha. Les résultats obtenus dans cet essai, sur la variété KWS Ozon, sont présentés en figure 4.1.

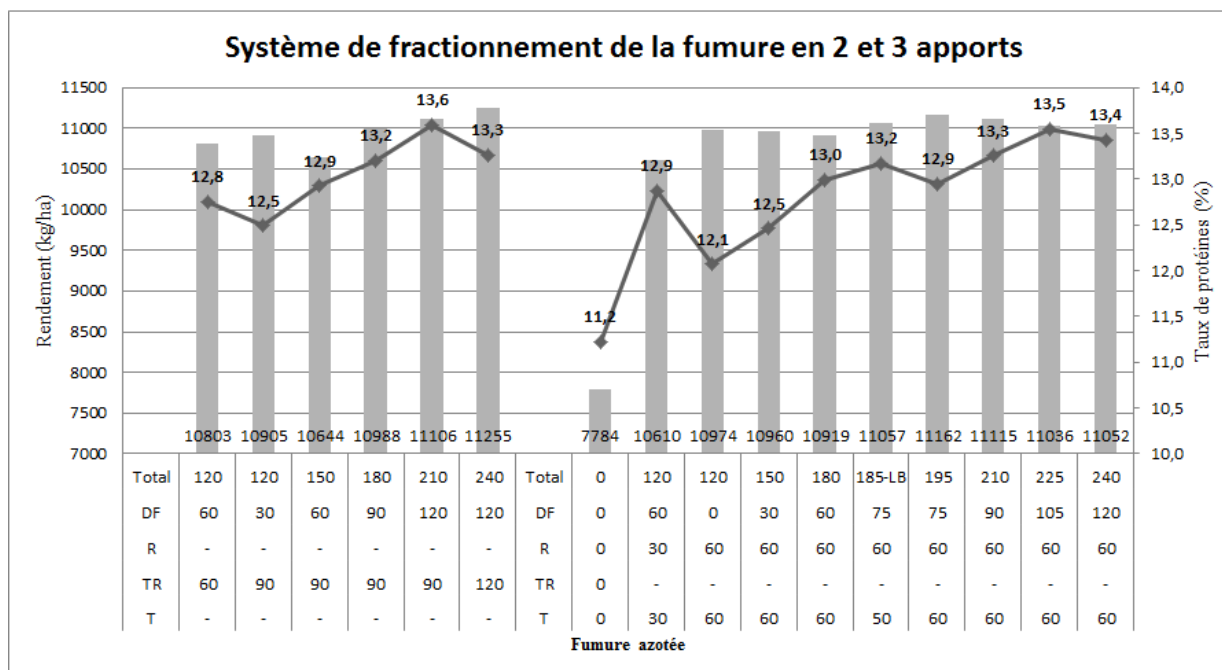


Figure 4.1 – Rendement (kg/ha) et teneur en protéines (%) dans l'essai micro-capteurs (2013).

Dans cet essai, les rendements ont été très élevés quel que soit la modalité d'apport de fumure. Cela s'explique par le fait que la quantité d'azote minéral total en sortie hiver était très élevée, suite au précédent colza. La modalité témoin (0 kg N/ha) a donné un rendement de 7784 kg/ha; rendement élevé en comparaison avec ceux des autres essais (voir tableaux 4.3 et 4.4). Le rendement phytotechnique maximal, de 11255 kg/ha, a été obtenu avec une fumure totale de 240 kg N/ha appliquée en 2 fractions (120-120). La valeur du rendement économique maximal est de 10974 et été obtenue avec une fumure totale de 120 kgN/ha, appliquée dans un système à 3 fractions (60-60-0).

La variété KWS Ozon est une variété à caractère panifiable. Les teneurs en protéines observées pour cette variété sont les suivantes (Figure 4.1) :

- 11.2% (pour le témoin) ;
- 13.3% (pour la fumure maximale en deux fractions) ;
- 13.4% (pour la fumure à dose maximale en trois apports).

En analysant le graphique, nous pouvons constater que le taux maximal de protéine (13.6 %) est atteint avec un apport de 210kg N/ha. Dans un système à trois apports, il est atteint (13.5%) avec 225 kg N/ha.

En général, l'augmentation de la fumure, principalement lors de la dernière fraction, permet d'accroître la teneur de protéines. Ce constat est aussi valable pour les deux systèmes de fractionnement, à savoir en deux ou en trois apports.

1.2.2 Essai de comparaison de fumures réalisé à Ath

Pour la campagne 2012-2013, le CARAH a mis en place un essai de comparaison entre 7 modalités de fumure azotée sur la variété Fairplay après précédent betteraves fourragères à feuilles incorporées (Tableau 4.5).

Tableau 4.5 – Rendements phytotechniques et économiques (qx/ha), taux de protéines et poids de l'hectolitre observés dans l'essai « fumure azotée » de Ath 2013 – Variété Fairplay, précédent betteraves.

N° Objet	Fumure azotée (kg N/ha)				Fairplay			
	T 8-avr	R 25-avr	DF 28-mai	Total	Rdt phytot (qx/ha)	Rdt Eco (qx/ha)	Protéines (%)	PHL (kg/hl)
1	0	0	0	0	105	105	9,4	75,0
2	40	40	40	120	132*	125*	10,7	75,6
3	50	50	40	140	123	115	10,9	75,3
4	50	50	60	160	128	118	11,2	75,0
5	50	60	60	170	128	118	11,3	75,1
6	60	60	60	180	126	115	11,4	75,0
7	60	70	70	200	130	118	11,6	75,0

* Les valeurs en gras représentent le rendement phytotechnique maximal observé et le rendement économique maximal.

Le conseil de fumure du laboratoire du CARAH, lié à la parcelle d'essai, était de 150 kg N/ha, fumure qui peut paraître à priori modeste pour un blé cultivé en sol limoneux.

Dans cet essai, l'analyse statistique montre une différence significative entre le témoin (1) et les fumures azotées (2 à 7) mais elle ne permet pas de différencier les fumures azotées entre elles. Le constat est identique pour la teneur en protéine.

Le rendement phytotechnique le plus élevé est donc obtenu avec la fumure de 120 kg N/ha (40-40-40). Le rendement économique optimal est obtenu avec la même fumure.

Le conseil de fumure de 150 unités d'azote/ha bien que modeste, surestimait donc la fumure optimale de 30 kg N/ha. Néanmoins, il peut être qualifié de précis quand on sait qu'il intègre toujours une certaine marge de sécurité.

Dans cette situation culturale, les quantités d'azote présentes dans le sol en sortie d'hiver étaient d'un niveau élevé (68 kg N/ha sur 90 cm). Dans ces conditions, il est dès lors normal qu'une fumure réduite permette d'atteindre l'optimum phytotechnique et aussi économique.

1.3 Recommandations pratiques

1.3.1 Azote minéral du sol sous froment d'hiver, situation au 13 février 2014

1.3.1.1 Climat en automne et hiver 2013-2014

Durant le mois d'août et jusqu'au mois d'octobre, les températures moyennes ont été légèrement supérieures à la normale. Comme repris dans le tableau 4.6, le mois de novembre a été plus froid que la normale et la température du mois de décembre a été supérieure, de 2°C, par rapport à la normale.

La pluviosité observée durant les mois d'août, septembre et octobre a été largement inférieure de la normale. Par contre le mois de novembre a largement dépassé la normale et l'année s'est terminée avec un mois de décembre normal. Le mois de janvier est particulièrement plus chaud que la normale.

Tableau 4.6 – Températures et précipitations moyennes enregistrés en 2013-2014 (Ernage - Gembloux).

	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier
Température moyenne (°C)						
Observée	17,6	14,1	12,4	5,1	5,5	5,7
Normale	17,1	14,1	10,6	6,2	3,3	2,5
Précipitations (mm)						
Observées	34	54,3	57,4	104	76,2	52,2
Normales	82	62,4	69,2	67,9	75,8	69,4

1.3.1.2 Situation moyenne du profil en azote minéral du sol au 13 février 2014

Un échantillonnage des profils en froment d'hiver a été réalisé sur 90 cm (Tableau 4.7) dans 156 situations culturales. Ces profils ont été réalisés par l'Unité Fertilité des sols et Protection des eaux du CRA-W, par Grenera de Gx-ABT ainsi que par les laboratoires provinciaux de Liège (Tinlot) et du Hainaut (Ath).

Tableau 4.7 – Profil en azote minéral du sol sur 90 cm pour différents précédents (kg N-NO₃/ha).

	Précédents	Betterave	Pomme de terre	Colza	Légumineuses (pois, féveroles, ...)	Maïs	Lin	Froment	Chicorées	Carottes
	Nb de situations	36	34	30	15	19	4	13	4	1
Profondeur	0-30 cm	11	14	11	11	10	9	8	8	7
	30-60 cm	13	21	12	18	12	14	9	7	11
	60-90 cm	13	23	18	32	15	21	13	4	8
	Total 0-90	38	57	40	62	37	44	30	19	25
	Min	15	12	12	21	12	27	12	15	
	Max	95	133	57	101	102	58	54	27	

Les quantités d'azote minéral disponibles dans les profils sont, dans la plupart des situations échantillonnées, plus faibles que la normale (Tableau 4.7). Ces profils sont similaires à ceux observés en février 2013 ; ils sont à nouveau caractérisés par des horizons 0-30 cm et 30-60 cm avec des teneurs en nitrates plutôt faibles, par contre l'horizon 60-90 cm est souvent plus riche. On peut s'attendre à ce que le stock en nitrates au-delà de 90 cm soit élevé, en particulier pour les précédents culturels favorables à la minéralisation automnale comme la pomme de terre et les légumineuses.

On observe également des différences entre les parcelles récoltées tôt à l'automne et celles qui ont pu profiter des conditions favorables d'octobre pour poursuivre leur croissance et ainsi prélever d'avantage d'azote dans le profil (betteraves, chicorées). Les profils observés en Hainaut après précédent maïs sont en moyenne un peu plus riches qu'en Hesbaye ; ce constat peut s'expliquer par le niveau de restitutions de matières organiques souvent un peu plus élevé du fait du caractère plus fréquemment mixte des exploitations.

Le tableau 4.8 présente la comparaison des résultats moyens des 10 dernières années de reliquats en azote minéral (kg N-NO₃/ha) présent dans l'horizon 0-90cm du sol en culture de froment d'hiver.

Tableau 4.8 – Comparaison pour les 10 dernières années des réserves en azote minéral du profil du sol (kg N/ha) –CRA-W, Services provinciaux (Ath et Tinlot) et Grenera de GxABT.

	Année	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Moy.
	Nb de situations	12	12	11	33	25	30	45	48	118	156	
Profondeur	0-30 cm	12	23	15	15	13	12	14	13	10	11	14
	30-60 cm	30	24	26	25	21	17	19	20	13	14	21
	60-90 cm	22	16	21	31	19	25	19	24	17	19	21
	Total 0-90	64	63	62	71	53	54	52	57	40	44	56
	90-120 cm	14	10	12	18	10	12	14	*	*	*	13
	120-150 cm	12	9	11	17	7	12	13	*	*	*	12
	Total 0-150	90	82	85	106	70	78	78	*	*	*	84

* : pas de mesures réalisées.

1.3.1.3 Conseils en fonction de l'état des cultures

Dans les semis de la plateforme de Lonzée, à la date du 13 février, les stades des froments observés dans les essais « dates de semis » sont :

- Semis de mi-octobre : tallage ;
- Semis de mi-novembre : 2-3 feuilles
- Semis de mi-décembre : 1-2 feuilles

Le schéma de fumure en 3 fractions sera privilégié dans la majorité des situations en raison du niveau faible des disponibilités dans les horizons supérieurs du profil.

Le schéma de fumure en 2 fractions sera réservé aux froments semés précocement après des précédents récoltés durant l'été.

1.3.2 Les objectifs

Le raisonnement de la fumure selon la méthode du « Livre blanc » a pour objectif principal de s'approcher le plus près possible de **l'optimum économique** (rendement moins coûts de la fertilisation). Le raisonnement de la fumure est intégré dans un mode de conduite de la culture où la densité de végétation est modérée et où les interventions visant à protéger la culture de la verse et des maladies cryptogamiques sont raisonnées en fonction de leur rentabilité.

Le fractionnement et la répartition des doses entre fractions recommandées permettent :

- de réduire les risques de verse et de développement des maladies ;
- de satisfaire aux normes technologiques.

Les fumures azotées préconisées permettent de limiter au maximum les déperditions d'azote nuisible à l'environnement en :

- réduisant au minimum les reliquats d'azote après culture et en les limitant dans les horizons supérieurs du profil ;
- épuisant les reliquats azotés de la culture précédente ;
- limitant les pertes par voie gazeuse.

1.3.3 Les principes de base de la fixation de la fumure azotée

La fumure minérale azotée du froment d'hiver est calculée en confrontant **les besoins de la culture** (de l'ordre d'un peu plus de 3 kg d'azote par quintal de grains produits) et **les sources naturelles d'azote minéral dans le sol** que sont le reliquat de la culture précédente et la minéralisation nette de l'humus et des résidus de récolte.

Il faut, pour réaliser un ajustement de la fumure, disposer d'une bonne estimation de l'azote fourni par ces sources naturelles qui varie en fonction du type de précédent, de la nature du sol, du climat et de la gestion organique.

Le rythme d'absorption de l'azote par le froment est faible en début de culture et s'intensifie à partir du stade redressement. Il devient très important à l'approche du stade dernière feuille. C'est quasi 50 % du prélèvement total d'azote qui se produira encore à partir de ce stade.

Le rythme de minéralisation est quasi parallèle à celui du prélèvement par la plante, mais il est nettement insuffisant pour couvrir les besoins de la plante, sauf dans le cas d'apports organiques très élevés et pour certains précédents légumineuses. Les quantités fournies par la minéralisation sont généralement inférieures à 100 kg N/ha.

Le fractionnement de la fumure permet une alimentation continue et adaptée de la plante à chaque situation. Il accroît le rendement, garantit la qualité technologique de la récolte et permet d'utiliser avec plus d'efficacité chaque dose apportée.

On observe que l'utilisation réelle (emploi de l'azote lourd ^{15}N) de chaque fraction de la fumure est positivement influencée par le rythme d'absorption de l'azote par la culture. Par conséquent, pour l'apport hâtif de tallage, le coefficient d'utilisation (55 %) est sensiblement inférieur à celui de redressement (70 %) et de dernière feuille (75 % et plus).

1.3.4 Le rythme d'absorption de l'azote par la culture

La culture peut être scindée en trois phases :

1.3.4.1 Du semis à la fin tallage

La culture absorbe de 50 à 65 unités d'azote. Elle trouve principalement cet azote dans les reliquats de la culture précédente présents dans les couches supérieures du sol (0 à 50 - 60 cm) et les fournitures par la minéralisation automnale (surtout) et du début du printemps.

L'importance et les parts respectives de ces sources d'azote peuvent varier en fonction des situations pédoclimatiques et culturales (Figure 4.2).

Le complément qui doit être éventuellement apporté par la fraction de sortie d'hiver de la fumure en dépend largement. Ainsi, une culture semée début octobre dans de bonnes conditions pourra plus facilement mettre à profit les fournitures azotées du sol présentes avant l'hiver et explorer une plus grande partie du profil. En sortie d'hiver, elle aura déjà produit un nombre suffisant de talles et absorbé l'azote nécessaire. Une fumure azotée à cette époque sera donc inutile. A l'inverse, une culture implantée plus tardivement dans un sol dont la structure serait abîmée, présentera des difficultés à se procurer dans le sol les faibles réserves du fait notamment du développement racinaire peu important. Un apport d'engrais azoté en surface permettra à la culture de couvrir ses besoins indispensables pour produire un nombre suffisant de talles.

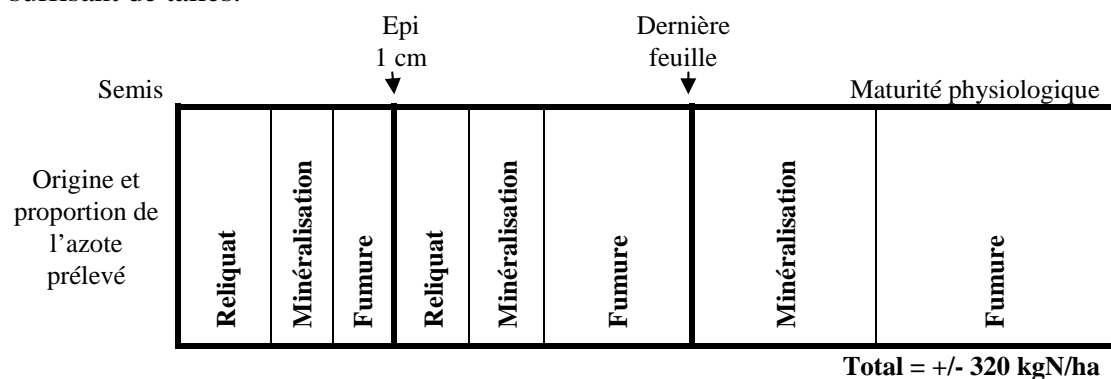


Figure 4.2 – Absorption d'azote par le froment d'hiver et son origine.

1.3.4.2 Du stade redressement (épi à 1 cm) au stade dernière feuille

Durant la mise en place de l'appareil photosynthétique (le feuillage) et le développement de l'épi, les besoins deviennent importants. La culture absorbe pendant cette phase une bonne centaine de kg N/ha. Cet azote sera fourni par :

- la minéralisation, qui avec le retour des bonnes températures au niveau du sol (entre la mi-avril et la mi-mai), peut selon les situations déjà fournir de 20 à 60 kg N/ha ;
- la descente du système racinaire dans le profil qui permettra d'exploiter les reliquats plus ou moins importants présents dans les couches profondes ;
- l'apport d'engrais azoté qui devra être bien adapté en tenant compte des fournitures du sol (minéralisation et reliquats) et de l'état de la culture. Cette fraction de la fumure permet en effet de réguler la densité de tiges qui montent en épi de manière à optimiser le rendement photosynthétique de la culture (400 à 500 épis/m²) et à limiter les risques de verse.

1.3.4.3 Du stade dernière feuille à la maturité

Plus de deux tiers de la matière sèche est produite durant cette période, le rendement en grains sera directement fonction de la qualité et de la durée de l'activité photosynthétique des surfaces vertes de la culture. L'alimentation azotée ne peut pas, pendant cette phase, être limitante sous peine de réduction du potentiel de rendement et de la teneur en protéines du grain.

La minéralisation est, à ce moment, très active. Selon la teneur et surtout la qualité de la matière organique du sol, elle peut fournir de 30 à 80 unités d'azote à la culture.

En général, au stade dernière feuille, le système racinaire a atteint sa profondeur maximale (1,5 mètre dans les bons sols) et a épuisé les réserves du sol. Cependant, dans les situations plus difficiles où la culture a rencontré des difficultés de développement racinaire, le stock encore présent en profondeur peut être exploité tardivement par les racines.

L'apport d'une quantité élevée d'engrais au stade dernière feuille permet d'alimenter en suffisance la culture pour assurer une fertilité maximale des épis, un bon remplissage et une qualité maximale des grains. L'importance de la dose d'azote à fournir dépend du niveau des deux autres sources (stock éventuel encore présent dans le sol et minéralisation) et du potentiel de rendement pouvant raisonnablement être atteint par la culture compte tenu de son état et des conditions culturales.

Lorsque l'ajustement de chaque fraction d'azote a été correctement réalisé, le reliquat en N minéral du sol à la récolte est minime (+/- 20 kg N/ha) et localisé en surface (0-30 cm).

1.3.5 La détermination pratique de la fumure

1.3.5.1 Les principes

Le mode de raisonnement de la fumure est basé sur les principes suivants :

- **chaque parcelle doit être considérée individuellement.** Dans une même exploitation, les conditions culturales varient souvent entre parcelles (passé cultural, évolution de la culture) ;
- **la dose de chacune des fractions est déterminée juste avant l'application.** La fumure totale d'azote n'est pas définie à la sortie de l'hiver mais résulte, au moment du dernier apport, de l'addition des fractions définies les unes après les autres.

Ces deux principes permettent de prendre en compte les variabilités de fourniture d'azote par le sol et l'évolution en cours de saison de la culture (potentiel de rendement, enracinement, maladies, stress ou accident éventuel).

Le calcul de la dose à apporter à chacune des 2 ou 3 fractions est basé sur une dose de référence à laquelle on ajoute ou soustrait des quantités d'azote qui reflètent l'influence des conditions particulières de la parcelle et de la culture qui y pousse.

Deux fumures de référence :

En trois fractions

Fraction du tallage :	50 N
Fraction du redressement :	60 N
Fraction de la dernière feuille :	75 N

En deux fractions :

Fraction intermédiaire (tallage-redressement) :	80 N
Fraction de la dernière feuille :	105 N

Ces conditions particulières ont été regroupées sous 5 termes correctifs :

- le contexte pédoclimatique de la parcelle (N.TER) ;
- le régime d'apport de matières organiques dans la parcelle (N.ORGAN) ;
- les caractéristiques de la culture qui précède la céréale (N.PREC) ;
- l'état de la culture au moment de l'application (N.ETAT) ;
- des facteurs de correction (N.CORR).

Pour chaque fraction

$$\text{Dose à appliquer} = \text{Dose de référence} + \text{N.TER} + \text{N.ORGAN} + \text{N.PREC} + \text{N.ETAT} + \text{N.CORR}$$

La dose de référence est déterminée chaque année en sortie d'hiver en fonction de l'état de culture, de la richesse moyenne observée dans les profils azotés effectués dans des parcelles bien connues.

Les termes correctifs sont déterminés sur base d'une série de propositions simples qui permettent à l'agriculteur d'identifier la situation propre de chaque culture.

Les termes correctifs ne prennent pas seulement en compte les possibilités d'utilisation d'azote présent dans le sol, mais aussi le potentiel de rendement que les conditions culturales rencontrées permettent.

Il n'y a donc pas nécessité de calculer la fumure sur base d'un objectif de rendement, celui-ci est adapté en fonction des choix de situation réalisés à partir des observations faites en culture.

Les modalités de calcul des doses à apporter à chaque parcelle sont exposées en détail dans le paragraphe 1.3.7 « Calcul de la fumure azotée pour 2014 » (page 19).

1.3.6 Les modalités d'application des fumures

1.3.6.1 Les moments d'application

Deux modalités de fractionnement de la fumure azotée sont envisageables :

- **Apport en 3 fractions :**
 - Tallage
 - Redressement
 - Dernière feuille
- **Apport en 2 fractions :**
 - Intermédiaire tallage-redressement
 - Dernière feuille

1.3.6.1.1 Fumure azotée en trois apports

Fraction tallage

En cas de nécessité d'apporter de l'engrais azoté en sortie d'hiver, la première application ne doit être réalisée que lorsque les conditions climatiques sont redevenues favorables et que la culture a repris vigueur. Selon les années, la date d'application pourra donc se situer entre le début et la fin mars, voire au début avril lorsque l'hiver est particulièrement long.

Contrairement aux apparences et croyances de certains, des applications trop hâtives d'engrais (en février par exemple) n'apportent jamais de supplément de rendement; au contraire, ces applications sont moins profitables à la culture. Elles sont réalisées à un moment où les prélèvements par la culture sont quasi inexistantes et où l'engrais apporté est exposé aux aléas climatiques : lessivage si pluviosité très importante et entraînement par ruissellement en cas d'application sur sol gelé suivi de dégel en surface accompagné de précipitations.

Au début du printemps, les besoins de la culture sont encore peu importants et un retard dans l'application de fumure n'a pas de conséquence néfaste sur le rendement.

Fraction redressement

L'épandage de cette fraction doit être fait au stade fin tallage-redressement, soit dans nos régions entre le 15 et le 30 avril, en moyenne autour de 20 - 25 avril, suivant l'état de développement de la culture. Un retard important dans l'application de cette fraction peut être préjudiciable au potentiel de rendement de la culture.

Fraction dernière feuille

Cette fraction doit être idéalement appliquée entre les stades dernière feuille pointante et dernière feuille complètement déployée. A ce moment, elle n'a plus d'influence sur le peuplement en épis mais peut encore augmenter le nombre de grains par épis. Appliquée plus tôt, elle favorisera la montée de tardillons qui nuiront au rendement; postposée, elle risque fort de perdre en efficacité.

1.3.6.1.2 Fumure azotée en deux apports

Fraction intermédiaire

Dans toutes les situations culturales où la culture a accès en suffisance aux réserves présentes dans le sol en sortie d'hiver, la date d'application du premier apport se fera au début avril en fin tallage, 10 à 15 jours avant le redressement. Cette fraction permettra de couvrir les besoins jusqu'au stade dernière feuille. Remplaçant les applications de tallage et de redressement, elle permet de limiter le nombre d'interventions dans la culture.

Fraction dernière feuille

Les modalités d'application sont identiques dans le rythme d'apport de l'azote en deux ou trois fractions (voir ci-dessus).

1.3.6.1.3 Une fraction complémentaire à l'épiaison ?

Lorsque la fumure a été correctement calculée, un apport d'azote supplémentaire à l'épiaison ne se justifie pas : les accroissements de rendement étant quasi nuls; cela aboutit à surfumer la culture et donc à augmenter le reliquat laissé par la culture.

Un autre danger des fumures tardives (après le stade dernière feuille) trop importantes est en effet de retarder la maturation de la culture, ce qui, certaines années, peut s'avérer préjudiciable (difficulté de récolte, perte de qualité, indice de chute de Hagberg insuffisant).

Cependant, dans des circonstances exceptionnelles (faible minéralisation, absence de maladies et de verse, potentiel de rendement très élevé) ou lorsque la culture marque des signes évidents de faim d'azote (fumure mal adaptée), une application modérée (20-30 unités) peut être envisagée au stade épiaison.

Ce complément de fumure permet dans ces cas précis, mais uniquement dans ces cas-là, d'augmenter quelque peu le rendement et d'améliorer la qualité de la récolte (pour les variétés de bonne valeur technologique).

Un apport complémentaire d'azote autour du stade épiaison ne peut donc être appliqué qu'exceptionnellement et doit toujours être de faible importance.

1.3.6.2 Deux ou trois fractions ?

L'analyse des conditions culturales qui prévalaient dans les essais où le fractionnement en deux apports s'avère pénalisant permet déjà d'exclure le recours à cette modalité d'application de la fumure dans un certain nombre de situations culturales.

Une fumure de tallage et donc un fractionnement en **trois apports est indispensable** dans les circonstances suivantes :

- structure de sol abîmée par des récoltes tardives ou en mauvaises conditions ;
- terre à mauvais drainage naturel ;
- sol complètement glacé ou refermé, dégâts d'hiver, de traitements herbicides, de parasites, déchaussements, ... plus généralement dans les situations culturales où on soupçonne que le système racinaire du froment se développera difficilement et ne permettra pas à la culture de trouver dans le sol les quantités minimales d'azote dont elle a besoin pour assurer le développement d'un nombre suffisant de tiges ;
- sol avec de faibles disponibilités en azote en sortie hiver.

Une fumure de tallage et donc un fractionnement en **trois apports est plus prudent** dans les situations culturales suivantes :

- les parcelles où l'indice TER est égal ou inférieur à 3 ;
- les parcelles à très faibles restitutions de matières organiques ;
- les parcelles semées tardivement (à partir de la dernière décade de novembre) ;
- les exploitations où les besoins en pailles sont importants ;

- les exploitations où l'on ne dispose pas de l'équipement pour épandre de manière suffisamment homogène une dernière fraction très importante ;
- les précédents culturaux : froment, autres céréales et maïs grain.

L'impasse sur la fumure de tallage et donc un fractionnement en **deux apports est particulièrement indiqué** dans le cas de :

- semis précoces puisqu'en sortie d'hiver ils ont déjà produit un nombre suffisant de talles ;
- précédents culturaux laissant des reliquats élevés ; légumineuses, pomme de terre, colza, légumes, ... ;
- parcelles où les restitutions de matières organiques sont importantes et/ou fréquentes ;
- parcelles où en sortie d'hiver la densité de plantes est trop élevée ;
- productions de froment destinées à une valorisation en meunerie.

1.3.7 Calcul de la fumure azotée pour 2014

Deux fumures de références :

En trois fractions : fractionnement à privilégier dans la majorité des situations en 2014.

Fraction du tallage (1^{ère} fraction):	50 N
Fraction du redressement (2^{ème} fraction):	60 N
Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction):	75 N

En deux fractions : fractionnement à réserver aux situations où l'azote est directement disponible pour le froment et en quantité suffisante (précédents pomme de terre, colza, légumineuses) et dans les cultures présentant déjà deux talles à la mi-février (semis et régions précoces).

Fraction intermédiaire « T-R »	80 N
Fraction de la dernière feuille	105 N

Cas où l'application de la fumure en deux apports doit être évitée :

- *Problème de structure*
- *Problème de drainage*
- *Sol glacé, dégâts d'hiver ou d'herbicide, déchaussement, ...*
- *Besoin en paille élevé sur l'exploitation*
- *Semis tardif (décembre) et précédent arraché tardivement (épuisement du profil N)*
- *Végétation trop claire en sortie hiver*
- *Classe N ORGA 1 (voir définition de la classe de richesse des matières organiques, page 22 de cet article)*

Quel que soit le système d'apport choisi, chaque fraction devra être raisonnée

$$\text{Dose à appliquer} = \text{Dose de référence} + \text{N.TER} + \text{N.ORGANIQUE} + \text{N.PRECIPITATION} + \text{N.ETAT} + \text{éventuellement N.CORR}$$

Les adaptations de chaque fraction se calculent sur base des tableaux présentés ci-après.

1 Détermination de N.TER, fonction du contexte sol-climat

Cette détermination se fait en deux étapes : définition de l'indice TER de la parcelle sous l'angle pédo-climatique (1.1.) et valeurs de N.TER correspondantes pour chaque fraction (1.2.).

1.1 Définition de l'indice TER de la parcelle

TER = la somme des valeurs retenues dans les trois tableaux suivants

RÉGIONS	Nombre de fractions	Valeur
Famenne, Ardennes	3	3
Condroz, Fagne, Thudinie, Polders	2 ou 3	3
Hesbaye sèche, régions de Tournai, de Courtrai, d'Audenarde	2 ou 3	5
Toutes les autres régions	2 ou 3	4
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>		

Remarque:

Le choix d'une région déterminée entraîne déjà la prise en compte des caractéristiques des sols de cette région. Les rubriques « drainage » et « structure » permettent de prendre en compte des variations locales. Ainsi en Condroz, les sols ont par nature un moins bon drainage qu'en pleine Hesbaye, mais il existe des parcelles qui sont semblables à des bonnes terres de la région limoneuse (dont le drainage est donc EXCELLENT par rapport aux sols normaux du Condroz) et d'autres qui, par contre, restent gorgés d'eau très longtemps (pour qui le drainage doit être considéré comme MAUVAIS).

Au terme « drainage », on peut associer la rapidité de réchauffement des terres. Ainsi, en Basse et Moyenne Belgique mais aussi en Condroz ou en Polders, il existe des terres dites « froides » où le redémarrage de la culture est habituellement nettement plus lent que dans les autres terres de la région. Ces parcelles doivent être assimilées à des parcelles à drainage « MAUVAIS ».

DRAINAGE Pour la région, le drainage de la parcelle est:	Nombre de fractions	Valeur
MAUVAIS	3	-1
NORMAL	2 ou 3	0
EXCELLENT (<i>uniquement dans le Condroz, voir remarque ci-dessus</i>)	2 ou 3	+1
Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle		

STRUCTURE ET ARGILE	Nombre de fractions	Valeur
Si mauvaise structure ou terre abîmée lors de la récolte précédente	3	-1
Si terre argileuse, très lourde	2 ou 3	-1
Sinon	2 ou 3	0
Inscrire ici la valeur pour votre parcelle		

Total des trois valeurs retenues = indice TER à reporter dans le tableau 1.2.

1.2 Définition des valeurs de N.TER pour chaque fraction

Rechercher les valeurs de N.TER correspondant à l'indice TER calculé.

Indice TER	VALEUR DE N.TER POUR LA				
	3 fractions			2 fractions	
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction	Fraction intermédiaire	Fraction DF
TER 0 et 1	+ 25	+ 30	+ 5	Non recommandé	
TER 2	+ 20	+ 25	0	Non recommandé	
TER 3	+ 10	+ 20	0	+ 10	+ 20
TER 4	0	0	0	0	0
TER 5	- 15	- 15	+ 10	- 15	- 5

N. TER RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 31)					
Vos parcelles	3 fractions			2 fractions	
	1 ^{ère} fraction T	2 ^{ème} fraction R	3 ^{ème} fraction DF	Fraction intermédiaire T-R	Fraction DF
Parcelle 1					
Parcelle 2					
Parcelle 3					

2 Détermination de N.ORG, fonction de la richesse organique du sol

2.1 Définition de la classe de richesse organique des sols pour la parcelle

Il s'agit ici de se placer dans une des catégories proposées en tenant compte beaucoup plus du régime des restitutions que des teneurs en matières organiques suite à l'analyse de sol. En effet, ces teneurs, même élevées, peuvent traduire une mauvaise dynamique et une lente minéralisation de la matière organique.

RÉGIME D'APPORT DES MATIÈRES ORGANIQUES	CLASSE ORGA
Restitutions organiques très faibles, pas d'apport d'effluent d'élevage, vente occasionnelle de pailles	1
Incorporation des sous-produits ou échange paille – fumier, apport modéré de matière organique tous les 3 à 5 ans	2
Apport important de matières organiques tous les 3 à 5 ans ou fréquence élevée de ces apports	3
Vieille prairie retournée depuis moins de 5 ans (\Rightarrow <i>fractionnement en deux apports</i>)	4
Inscrire ici la classe ORGA correspondant à votre cas	

2.2 Détermination des valeurs de N.ORG pour chaque fraction

CLASSES	3 fractions			2 fractions	
	1 ^{ère} fraction T	2 ^{ème} fraction R	3 ^{ème} fraction DF	Fraction intermédiaire T-R	3 ^{ème} fraction DF
ORGA 1	+ 10	+ 10	0	Non recommandé	
ORGA 2	0	0	0	0	0
ORGA 3	-20	- 10	0	-30	0
ORGA 4	Apport en deux fractions recommandé			-30	-30

N. ORGA RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 31)					
Vos parcelles	3 fractions			2 fractions	
	1^{ère} fraction T	2^{ème} fraction R	3^{ème} fraction DF	Fraction intermédiaire T-R	Fraction DF
Parcelle 1					
Parcelle 2					
Parcelle 3					

3 Détermination de N.PREC, fonction du précédent

Dans le tableau ci-dessous, sont repris les précédents les plus habituels. Dans le cas où le précédent serait constitué d'une culture non reprise dans le tableau, on se situera par référence à des plantes connues comme ayant des caractéristiques fortement semblables sur le plan des reliquats de fumure et des résidus laissés par la culture.

PRECEDENT CULTURAL	N.PREC POUR				
	3 fractions			2 fractions	
	1^{ère} T	2^{ème} R	3^{ème} DF	T-R	3^{ème} DF
Betteraves et chicorées arrachées en octobre	0	0	0	0	0
Betteraves et chicorées arrachées en novembre ou décembre	+10	+10	0	Non recommandé	
Pois protéagineux	0	-20	-10	-20	-10
Féveroles, pois de conserverie, haricots	0	-20	-10	-20	-10
Colza	0	-10	0	0	-10
Lin	0	-10	0	0	-10
Pomme de terre	0	-10	-10	-10	-10
Maïs ensilage	+10	+10	0	Non recommandé	
Chaumes	+10	+10	0		
Pailles sans azote et maïs grain	+10	+10	0		
Ray-grass de 2-3 ans ou prairies temporaires	0	0	0	0	0
Légumes (épinard, choux, carottes)	(Analyser et consulter)				

Ces valeurs de N.PREC sont valables dans le cas où le précédent a donné un rendement normal compte tenu des fumures apportées.

Dans le cas où le **rendement de la culture précédente aurait été trop faible** par rapport à la fumure azotée qui lui avait été apportée, il y a lieu de **réduire les valeurs de N.PREC** pour tenir compte du reliquat laissé par la culture précédente.

Après légumes et de manière générale pour les situations non reprises dans le tableau 4.9 : La très grande variabilité observée dans les disponibilités azotées après ce type de précédent, due aux modalités très variées de culture, fertilisation et récolte, ne permet pas de définir ici des termes correctifs pertinents. **Il est préférable** dans ces situations de réaliser une **analyse** de la teneur en azote du profil et ensuite de **consulter** un service compétent qui, sur base des résultats de l'analyse pourra donner un conseil judicieux.

N. PREC RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 31)					
Vos parcelles	3 fractions			2 fractions	
	1^{ère} fraction T	2^{ème} fraction R	3^{ème} fraction DF	Fraction intermédiaire T-R	Fraction DF
Parcelle 1					
Parcelle 2					
Parcelle 3					

4 Détermination de N.ETAT, fonction de l'état de la culture

Suivant la fraction pour laquelle la détermination est effectuée, on se reportera au paragraphe correspondant, c'est-à-dire :

- Pour un apport en **trois fractions** :
 - 4.1. (tallage) ;
 - 4.2. (redressement ou intermédiaire) ;
 - 4.3. (dernière feuille).
- Pour un apport en **deux fractions** :
 - 4.2. (redressement ou intermédiaire) ;
 - 4.3. (dernière feuille).

4.1 Pour la fraction du TALLAGE

4.1.1 Détermination de l'état de la culture

Généralement, les situations où la densité en plante est trop faible sont rares.

STADE DE LA CULTURE AU DEBUT MARS	Valeur
3 feuilles ou moins	5
Début tallage (1 talle formée)	6
Plein tallage (2 talles au moins)	7
Fin tallage (4 talles au moins)	8
Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle	

DENSITE EN PLANTES PAR m ²	Valeur
Densité trop faible (moins de 100 plantes/m ²)	-1
Densité normale ou faible	0
Densité trop élevée (plus de 300 plantes/m ²)	+1
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

ACCIDENTS CULTURAUX	Valeur
Si sol glacé, très refermé	-1
Si semis trop profond	-1
Si déchaussement	-1
Sinon	0
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

RESSUYAGE DU SOL	Valeur
Si sol gorgé en eau	-1
Si sol très bien ressuyé	+1
Sinon	0
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

Total des quatre valeurs retenues = indice ETAT à reporter dans le tableau 4.1.2.

4.1.2 Détermination des valeurs de N.ETAT pour la fraction du tallage

ETAT DE LA CULTURE	N.ETAT
ETAT 0, 1,2 ou 3	+ 30
ETAT 4	+ 20
ETAT 5	+ 10
ETAT 6	0
ETAT 7	- 10
ETAT 8	- 20
ETAT 9, 10	- 30

Vos parcelles	N. ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 31)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

4.2 Pour la fraction de REDRESSEMENT (apport en 3 fractions) ou INTERMEDIAIRE (apport en 2 fractions)

Détermination de N.ETAT pour la fraction du redressement (apport en 3 fractions)

ASPECT DE LA VÉGÉTATION	N.ETAT
Végétation trop faible, couleur claire	+ 10
Végétation normale	0
Végétation trop forte, couleur vert foncé, bleuté	- 20

Pour caractériser l'aspect de la végétation à ce stade, il faut principalement prendre en compte la densité de talles et la couleur de la culture. Il faut cependant être prudent, la culture du froment ne doit pas ressembler à une prairie, sinon les risques dus à l'excès de densité deviennent trop importants. Tenir compte aussi des différences de coloration de feuillage d'une variété à l'autre.

Détermination de N.ETAT pour la fraction intermédiaire tallage-redressement (2 fractions)

En cas de doute, optez pour « densité normale ». Si vous avez opté pour une fumure en deux fractions, il est normal que la végétation soit de couleur un peu claire et de densité en talle plus faible que lorsqu'il y a eu une application au tallage.

DENSITE DE VEGETATION	Valeur
Densité trop faible	+ 10
Densité normale	0
Densité élevée	- 20
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

Vos parcelles	N. ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 31)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

4.3 Pour la fraction de la DERNIERE FEUILLE

Détermination des valeurs de N.ETAT pour la fraction de la dernière feuille

ASPECT DE LA VÉGÉTATION	N.ETAT
Végétation trop faible	+ 10
Végétation normale	0
Végétation trop forte et/ou présence importante de maladies	- 20
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

Pour caractériser l'aspect de la végétation à ce stade, il faut prendre en compte principalement la vigueur et la couleur de la culture.

Vos parcelles	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 31)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

5 Détermination DE N.CORR

Ces correctifs éventuels permettent d'éviter des surdosages ou sous-dosages de fumure azotée lors de l'une ou l'autre des fractions.

Suivant la fraction pour laquelle la détermination est effectuée, on se reportera au paragraphe correspondant, c'est-à-dire :

- Pour un apport en **trois fractions** :
 - 5.1 (tallage) ;
 - 5.2.1 (redressement ou intermédiaire) ;
 - 5.3 (dernière feuille).
- Pour un apport en **deux fractions** :
 - 5.2.2 (redressement ou intermédiaire) ;
 - 5.3 (dernière feuille).

5.1 Pour la fraction de TALLAGE

La fraction de tallage ne doit pas dépasser 100 unités par hectare. Si la culture présente trop de facteurs défavorables (terre mal drainée, à très mauvaise structure, précédent paille, densité insuffisante, plantes déchaussées), le potentiel de rendement de la culture est affaibli. Dans ce cas, tout excès de fumure contribuerait à le réduire encore.

Détermination de la valeur de N.CORR pour la fraction de tallage

	N.CORR
Si N.TER + N.PREC + N. ETAT est égal ou inférieur à 50 unités	0
Si N.TER + N.PREC + N. ETAT est supérieur à 50 unités	50-(N.TER + N. PREC + N. ETAT)*

* La valeur de N.CORR est dans ce cas toujours négative.

Vos parcelles	N. CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 31)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

5.2 Pour la fraction de REDRESSEMENT (apport en trois fractions) ou INTERMEDIAIRE (apport en deux fractions)

5.2.1 Fraction de redressement (3 apports)

Pour éviter d'avoir un peuplement en épis trop dense, il faut tenir compte de la quantité d'azote qui a été appliquée lors de l'apport de tallage. En effet, dans certaines conditions pédoclimatiques (TER 4-5), la somme des deux premières fractions ne peut dépasser 120 unités sous peine de nuire au rendement par excès de densité et/ou d'accroître les risques de verse.

Dans le cas particulier de TER 3, si la quantité appliquée en 1^{ère} fraction plus celle prévue en 2^{ème} fraction dépasse 160 unités, on limite le 2^{ème} apport et on reporte la quantité en excès sur la 3^{ème} fraction.

Exemple:

Si 1 ^{ère} fraction appliquée=	80
2 ^{ème} fraction calculée=	90
Total=	170
N.CORR=	160-170= -10

Il faut apporter à la deuxième fraction:
90-10= 80 unités
et ajouter 10 unités à la 3^{ème} fraction prévue.

Dans le cas de TER 4 et 5 on ne reporte pas l'excédent de fumure.

Détermination de N.CORR pour la fraction de redressement

La détermination de N.CORR pour la fraction du redressement se fait en fonction de la somme des deux premières fractions (tallage appliquée + redressement calculée) et du type de terre TER (voir 1.1.).

TYPE DE TER		VALEUR DE N.CORR.
TER 0, 1 et 2	Dans tous les cas	0
TER 3	Si 1 ^{ère} fraction appliquée + 2 ^{ème} fraction calculée = 160 N ou moins	0
	Sinon N.CORR = 160 N - 1 ^{ère} fraction appliquée - 2 ^{ème} fraction calculée... N.CORR devra dans ce cas être ajouté à la fraction dernière feuille	...
TER 4 et 5	Si 1 ^{ère} fraction appliquée + 2 ^{ème} fraction calculée = 120 N ou moins	0
	Sinon N.CORR = 120 N - 1 ^{ère} fraction appliquée - 2 ^{ème} fraction calculée	...

Vos parcelles	N. CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES	REPORT ÉVENTUEL À LA DERNIÈRE FEUILLE (UNIQUEMENT SI TER 3)
Parcelle 1		
Parcelle 2		
Parcelle 3		

5.2.2 Fraction intermédiaire (2 apports)

TYPE DE TER		VALEUR DE N.CORR.
TER 0, 1 et 2	Non recommandé	0
TER 3, 4 et 5	Si fraction calculée = 120 N ou moins	0
	Sinon N.CORR = 120 N - fraction calculée*	...

* Dans de rares situations comme par exemple TER 3, précédent chaume et végétation insuffisante

Vos parcelles	N. CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

5.3 Pour la fraction de dernière feuille

Toujours pour éviter une surfumure ou une sous-fumure de la culture, il faut dans certains cas adapter la dernière fraction en fonction des deux premiers apports : cette adaptation doit à nouveau se faire en fonction des conditions pédoclimatiques (type de TER).

4. La fumure azotée

5.3.1 Fumure en trois apports

TYPE DE TER		Valeur de N.CORR.
TER 0, 1 et 2	180 N - 1 ^{ère} fraction - 2 ^{ème} fraction = A	
	Si A = 0 plus	0
	Si A = valeur inférieure à 0	A
TER 3	Si 1 ^{ère} fraction + 2 ^{ème} fraction + report éventuel de 2 ^{ème} fraction = 160 N ou plus	-20+report éventuel
	= plus de 100 N et moins de 160 N	0
	= 100 N ou moins	+ 10
	* En cas de report de 2 ^{ème} fraction sur la 3 ^{ème} (voir 5.2.)	
TER 4	Si 1 ^{ère} fraction + 2 ^{ème} fraction = 150 ou plus	- 20
	= plus de 80 N et moins de 150 N	0
	= 80 N ou moins (*)	+ 10
TER 5	Si 1 ^{ère} fraction + 2 ^{ème} fraction = 120 N ou plus	- 20
	= plus de 60 N et moins de 120 N	0
	= 60 N ou moins (*)	+ 10

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 31)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

5.3.2 Fumure en deux apports

TYPE DE TER		Valeur de N.CORR.
TER 3	Si fraction intermédiaire = 80 N ou moins	+10
TER 4	Si fraction intermédiaire = 60 N ou moins	+10
TER 5	Si fraction intermédiaire = 40 N ou moins	+10

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 31)
Parcelle 1	
Parcelle 2	
Parcelle 3	

6 Calcul de la fumure

La fumure de la parcelle est constituée de deux ou trois fractions dont les différents termes peuvent être rassemblés puis sommés dans le tableau suivant.

Parcelle 1

FUMURE	DOSE REF.		N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
	3 fractions	2 fractions						
Tallage	50	-						
Intermédiaire T-R		80						
Redressement	60	-						
Dernière feuille	75	105						

(1) Lorsque le total ainsi calculé est négatif, sa valeur est ramenée à 0; lorsque ce total vaut moins de 10 N, sa valeur est reportée sur la fraction suivante.

Parcelle 2

FUMURE	DOSE REF.		N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
	3 fractions	2 fractions						
Tallage	50	-						
Intermédiaire T-R		80						
Redress.	60	-						
Dernière feuille	75	105						

Parcelle 3

FUMURE	DOSE REF.		N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
	3 fractions	2 fractions						
Tallage	50	-						
Intermédiaire T-R		80						
Redress.	60	-						
Dernière feuille	75	105						

7 Exemple de calcul de la fumure pour le froment d'hiver

Ferme de la région d'Eghezée, orientée principalement sur la culture. Parcelle à drainage normal, froment semé à la mi-octobre après betteraves feuilles enfouies récoltées le 10 octobre.

Fractionnement en trois apports

Fumure de tallage

1. Détermination de N.TER

Région	4	
Drainage	0	
Structure	0	
Total TER	4	N.TER = 0
2. Détermination de N.ORGANISATION

ORGANISATION = 2	2	N.ORGANISATION = 0
------------------------	---	--------------------
3. Détermination de N.PRECIPITATION

Bett. fe. enf.		N.PRECIPITATION = 0
---------------------	--	---------------------
4. Détermination de N.ÉTAT

Stade plein tallage	6	
Densité normale	0	
Accidents culturels	0	
Sol très bien ressuyé	0	
Total ETAT	6	N.ÉTAT = 0
5. Détermination de N.CORRÉCTION

N.TER + N.PRECIPITATION + N.ÉTAT = 0		N.CORRÉCTION = 0
--	--	------------------

$$\text{Dose de tallage} = 50 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 50$$

Fumure de redressement

1. Détermination de N.TER

TER	4	N.TER = 0
-----------	---	-----------
2. Détermination de N.ORGANISATION

ORGANISATION	2	N.ORGANISATION = 0
--------------------	---	--------------------
3. Détermination de N.PRECIPITATION

Bett. fe. enf.		N.PRECIPITATION = 0
---------------------	--	---------------------
4. Détermination de N.ÉTAT

Végétation normale		N.ÉTAT = 0
Dose de redressement: $60 + 0 + 0 + 0 + 0 = 60$		
5. Détermination d'un éventuel N.CORRÉCTION

..... Fraction de tallage + fraction redressement = $30 + 60 = 90$		
..... On ne dépasse pas le maximum de 150 N d'où		N.CORRÉCTION = 0

$$\text{Dose de redressement} = 60 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 60$$

Fumure de dernière feuille

1. Détermination de N.TER

TER	4	N. TER = 0
-----------	---	------------
2. Détermination de N.ORGANISATION

ORGANISATION	2	N.ORGANISATION = 0
--------------------	---	--------------------
3. Détermination de N.PRECIPITATION

Bett. fe. enf.		N.PRECIPITATION = 0
---------------------	--	---------------------
4. Détermination de N.ÉTAT

Végétation normale	ÉTAT 2	N.ÉTAT = 0
--------------------------	--------	------------
5. Détermination de N.CORRÉCTION

La somme des 2 premières fractions = 90 N		N.CORRÉCTION = 0
---	--	------------------

$$\text{Dose de la dernière feuille} = 75 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 75 \text{ N}$$

La fumure de la parcelle est 50 N + 60 N + 75 N soit 185 N au total.

Fractionnement en deux apports**Fumure de la fraction intermédiaire**

1. Détermination de N.TER
TER.....4.....N.TER = 0
2. Détermination de N.ORG
ORG.....2.....N.ORG = 0
3. Détermination de N.PREC
Bett. fe. enf.N.PREC = 0
4. Détermination de N.ETAT
Densité normale.....N.ETAT = 0
Dose de redressement: $80 + 0 + 0 + 0 - 20 = 60$
5. Détermination d'un éventuel N.CORR
..... On ne dépasse pas le maximum de 120 N d'oùN.CORR = 0

$$\text{Dose de redressement} = 80 + 0 + 0 + 0 + 0 = 80$$

Fumure de dernière feuille

1. Détermination de N.TER
TER.....4.....N.TER = 0
2. Détermination de N.ORG
ORG.....2.....N.ORG = 0
3. Détermination de N.PREC
Bett. fe. enf.N.PREC = 0
4. Détermination de N.ETAT
Végétation normale.....ETAT 2N.ETAT = 0
5. Détermination de N.CORR
Première fraction = 80.....N.CORR = 0

$$\text{Dose de la dernière feuille calculée} = 105 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 105 \text{ N}$$

La fumure de la parcelle est 80 N + 105 N soit 185 N au total.

2 La fumure en escourgeon

2.1 Les particularités de l'année culturale 2012-2013

Les conditions culturales de l'année écoulée contrastaient nettement de celle de l'année précédente (2011-2012) où, suite à l'automne clément qui avait précédé, on se retrouvait en sortie d'hiver 2011-2012 avec des populations de talles souvent excessives. Par contre lors de la saison culturale 2012-2013, suite aux conditions climatiques peu favorables depuis le semis jusqu'en fin mars, des densités de population en talles relativement faibles avec des plages vides étaient observées dans bon nombre de parcelles. De plus l'hiver tardif se prolongeant tout le mois de mars a entraîné un retard de végétation de plus de 4 semaines qui ne sera jamais complètement récupéré. La période du remplissage des grains a été caractérisée par un temps doux et très ensoleillé en 2013, contrastant avec les températures froides et le ciel couvert durant la même période en 2012.

Ces particularités de l'année n'ont pas entraîné de dommage ; au contraire les rendements des escourgeons et des céréales en général ont été exceptionnellement élevés.

2.2 Résultats des expérimentations en 2013

En 2013 les résultats d'essais sur la fumure azotée disponibles en escourgeon ne proviennent que de la plateforme de Lonzée (Gx-ABT).

2.2.1 La fumure optimale à Lonzée en 2013

L'essai ES13-06 a étudié le fractionnement de la fumure azotée en 2013 ; il a été réalisé sur deux variétés : Saskia (lignée) et Volume (variété hybride).

La 1^{ère} figure ci-après remet en mémoire les résultats de 2012. Les deux suivantes donnent les réponses des rendements à la fumure azotée en 2013 des variétés Saskia et Volume. En 2012 ces deux variétés avaient répondu exactement de la même façon à la fumure azotée, les deux variétés valorisant bien une fraction d'engrais azoté pendant le tallage. L'optimum économique pour la fumure azotée se situait aux environs de 165 kgN/ha permettant des rendements de 97 qx/ha avec Saskia et 98 qx/ha avec Volume.

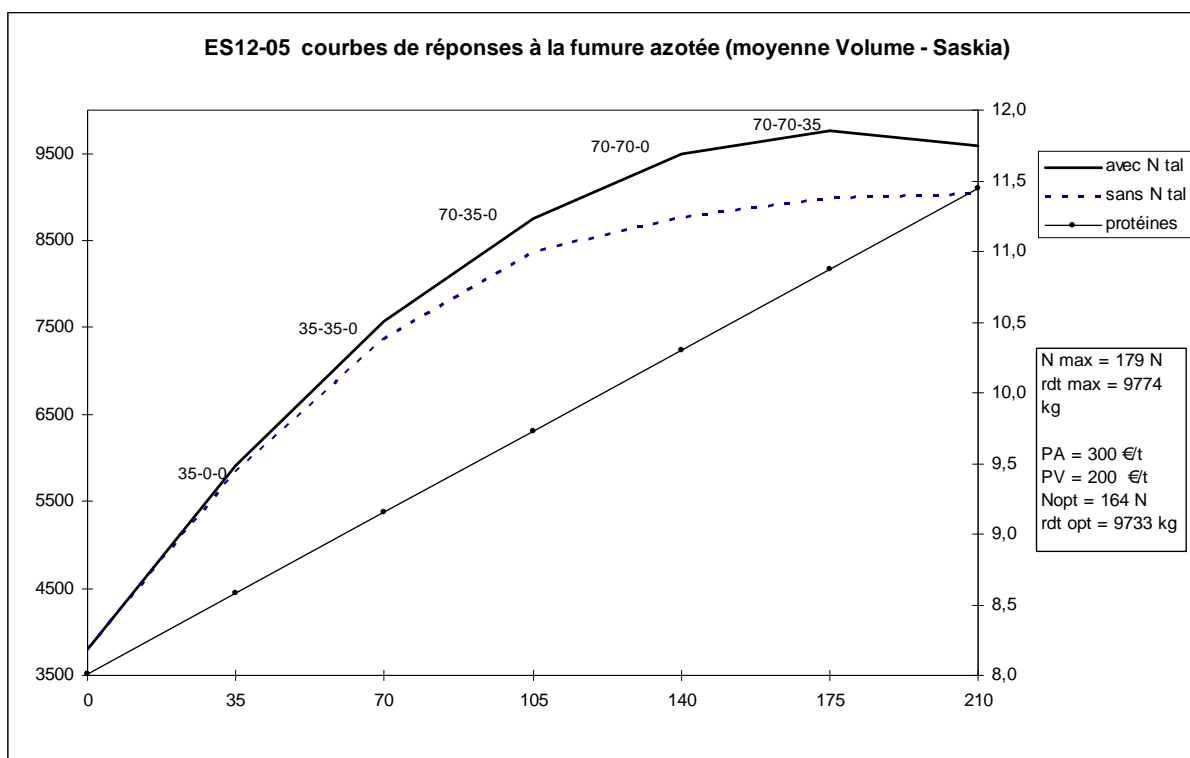


Figure 4.3 – Réponses des rendements et des protéines à la fumure azotée en escourgeon en 2012 (réponse moyenne des variétés Saskia et Volume) ES12-05 à Lonzée – Gx-ABT.

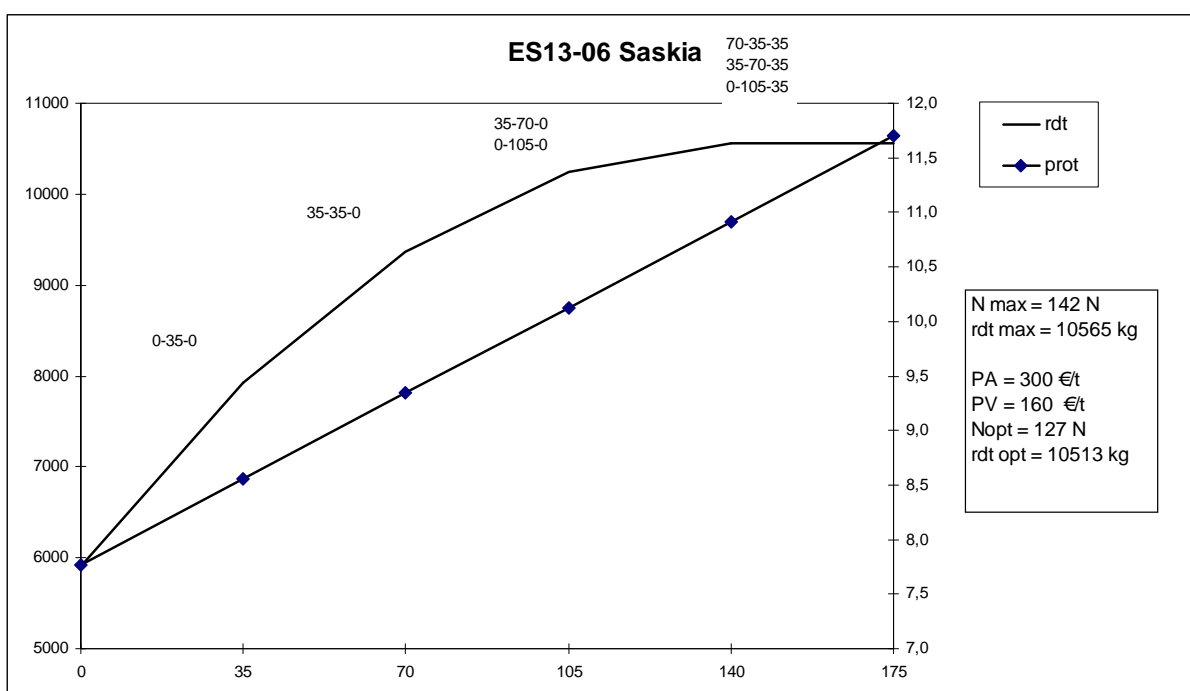


Figure 4.4 – Réponses des rendements et des protéines à la fumure azotée de la variété Saskia en 2013 - ES13-06 à Lonzée – Gx-ABT.

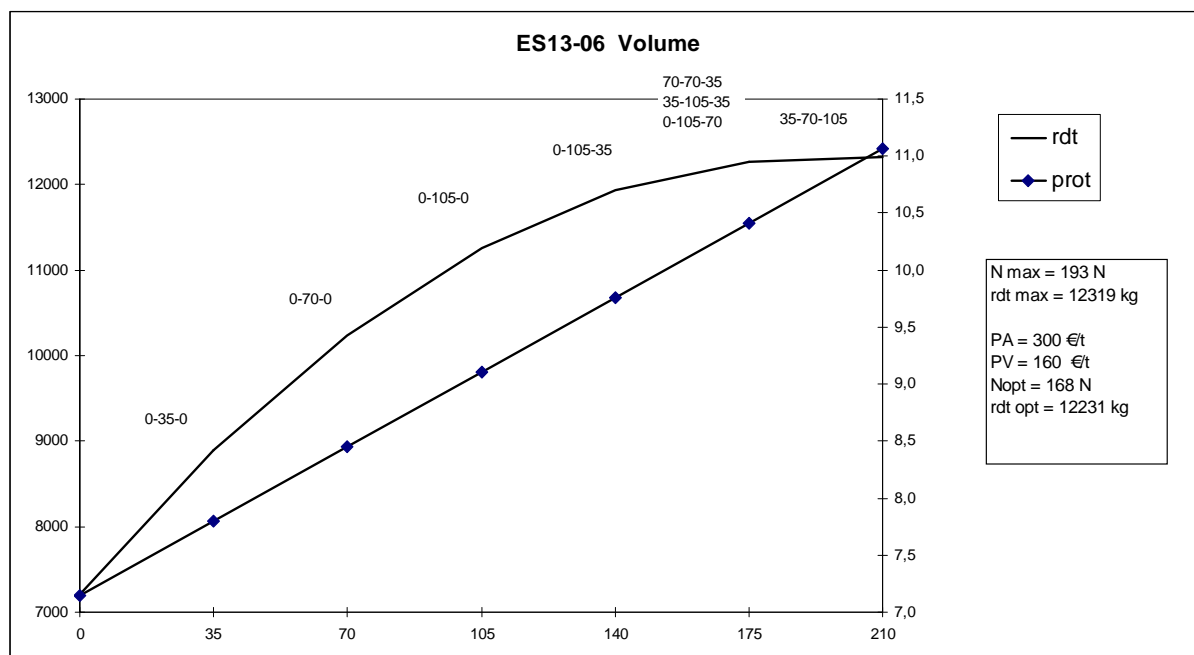


Figure 4.5 – Réponses des rendements et des protéines à la fumure azotée de la variété Volume en 2013 - ES13-06 à Lonzée – Gx-ABT.

En 2013, l'optimum de rendement s'élève à 105 qx/ha avec 127 kgN/ha pour la variété Saskia ; celui observé pour Volume est de 122 qx/ha atteints avec une fumure totale de 168 kgN/ha. Tenant compte d'un prix de vente de 160 €/t, d'un coût de l'engrais de 300 €/t et d'un surcoût de la semence hybride de 100 €/ha, l'avantage reste à Volume avec un revenu supplémentaire de 130 €/ha.

Concernant le fractionnement, Saskia et Volume ont des réponses différentes en 2013 : Saskia valorise bien un léger apport d'engrais azoté pendant le tallage alors que Volume présente de meilleurs rendements en faisant l'impasse de la fraction de tallage. Cette particularité est variétale et non liée au caractère hybride de la variété. En 2012 on avait déjà observé cette particularité de Volume comparée aux autres variétés de l'essai ES12-04 (Saskia, Cervoise et Tatoo).

2.2.2 Fumure azotée économiquement optimale à Lonzée en moyenne depuis 2004 à 2013

La figure 4.6 fournit, pour tous les essais sur la fumure azotée réalisés à Lonzée, entre 2004 et 2013, la réponse moyenne des rendements des escourgeons à la fumure azotée. Tenant compte d'un prix de vente de la récolte à 160 €/t et d'un prix de l'engrais de 300 €/t, la **fumure économique optimale** moyenne se situe à 152 uN/ha et a conduit à un rendement moyen de 102 qx/ha. Cette fumure optimale de 23 uN/ha inférieure à la fumure donnant le rendement maximal n'a diminué en moyenne le rendement de l'escourgeon que de moins d'un quintal à l'hectare !

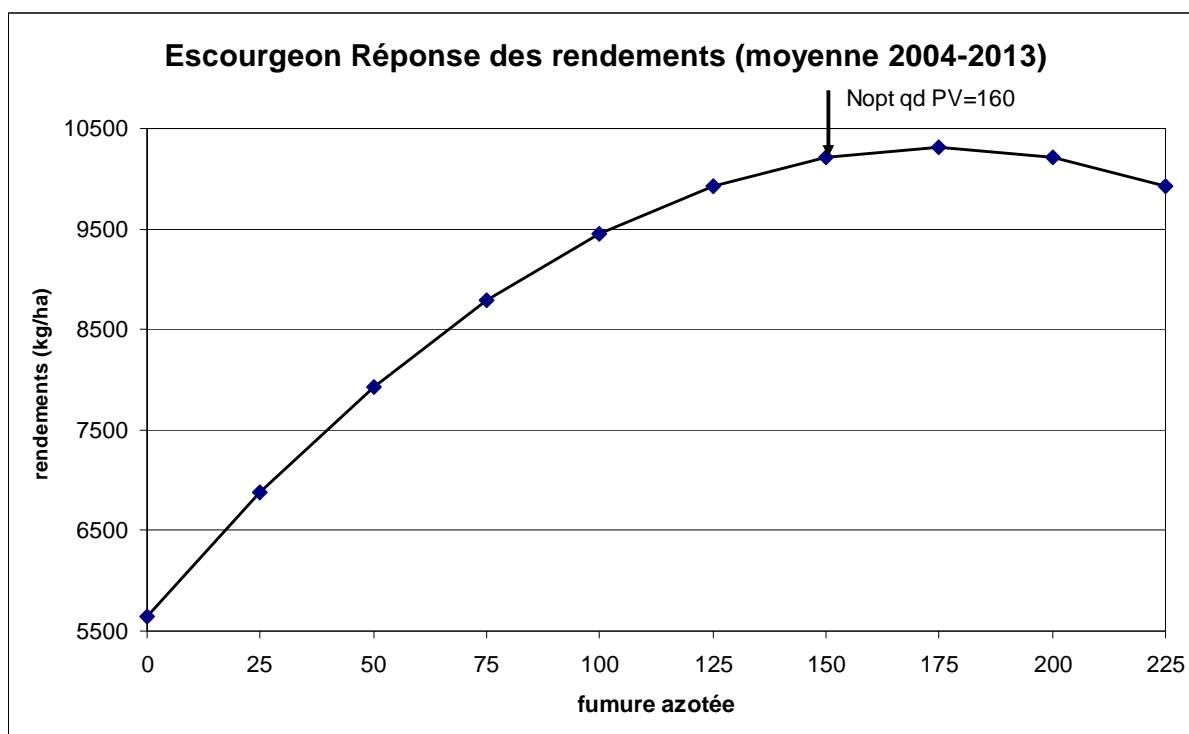


Figure 4.6 – Réponse des rendements et fumure optimale en moyenne en escourgeon de 2004 à 2013 à Lonzée – Gx-ABT.

2.2.3 La forme de l'engrais (solide ou liquide) influence son efficacité

Plusieurs types d'engrais azotés (et spéciaux) ont été testés en 2013 à Lonzée, et plus spécifiquement l'engrais appliqué en solution (N39 %) ou en solide (N27 %). Comme en orge de printemps depuis quelques années, on observe une moindre efficacité de l'engrais apporté sous forme de solution azotée (N39 %).

Pour la modalité N39 % seules les deux premières fractions (tallage et redressement) ont été appliquées en liquide, la 3^{ème} fraction sur la dernière feuille a été appliquée en solide (N27 %). Même en renforçant les doses quand la fumure est sous forme liquide, il n'a pas été possible de combler le déficit d'efficacité : 210N sous forme liquide sont moins efficaces que 140 N sous forme solide dans cet essai. Cette différence d'efficacité s'est répétée pareillement sur les 2 variétés Saskia et Volume.

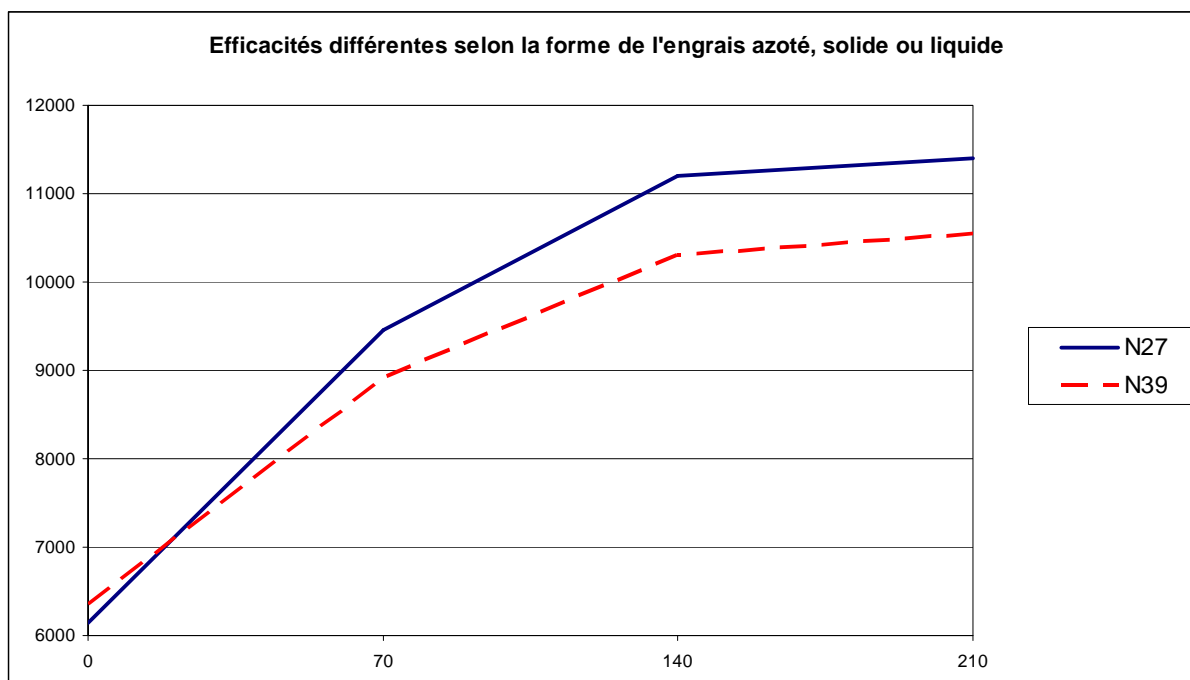


Figure 4.7 – Réponses des rendements à la fumure azotée selon qu'elle est apportée sous forme solide (N27%) ou liquide (N39%). Moyenne des réponses de Saskia et Volume. Pour la modalité N39%, l'engrais a été appliqué en liquide pour les fractions de tallage et de redressement, en solide (N27%) pour la fraction sur la dernière feuille – ES13-05 à Lonzée en 2013 – Gx-ABT.

Cette moindre efficacité de la solution azotée comparée à l'ammonitrate 27% n'a pas été constatée pour l'urée 46 % (application en solide) : ces deux engrais ont présenté exactement la même efficacité en 2013.

D'autre part l'essai n'a permis de constater aucune amélioration des rendements avec l'application des améliorateurs de nutrition NF100 ou NF100+NFPK. Ces deux engrais spéciaux n'ont strictement rien apporté à la culture.

2.3 Les recommandations pratiques

2.3.1 Conditions particulières de 2014, profil en azote minéral du sol en escourgeon et état des cultures en sortie d'hiver

Tableau 4.9 – Profils moyens en azote minéral du sol observés sous culture d'escourgeon en sortie d'hiver.

	2014 (29)	2013 (22)	2012 (10)	2011 (6)	2010 (5)	2009 (4)
Profondeur (cm)	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha	KgN/ha
0-30	5	8	9	10	9	9
30-60	5	8	9	12	7	7
60-90	8	10	12	10	9	10
Total	18	26	30	32	25	26

Vingt-neuf parcelles ont été échantillonnées en ce début d'année 2014. Les quantités d'azote disponibles dans les 90 premiers cm du profil sont légèrement inférieures à celles observées

les dernières années. Elles s'élèvent à 18 kg N/ha en moyenne, avec des extrêmes se situant à 4 et 71 kg N/ha.

A la mi-février, l'état des cultures d'escourgeon est correct. Le stade de développement atteint dans la majorité des cultures est le stade plein tallage et la densité de végétation est normale et non excessive dans la plupart des parcelles, comme s'était le cas en sortie d'hiver 2012.

La fumure de référence recommandée n'est donc pas modifiée et reste basée sur 3 apports 20 N – 70 N – 60N. Chacune des trois fractions doit être adaptée en fonction des conditions propres à chaque parcelle selon les tableaux du § 2.3.4 (page 40).

2.3.2 La détermination pratique de la fumure

La fumure azotée doit être raisonnée pour chaque parcelle individuellement.

Fumure de référence pour l'escourgeon :

Fraction du tallage (1 ^{ère} fraction) :	20 N
Fraction du redressement (2 ^{ème} fraction) :	70 N
Fraction de la dernière feuille (3 ^{ème} fraction) :	60 N

2.3.3 Les modalités d'application de la fumure azotée

2.3.3.1 La fraction au tallage

En région limoneuse et sablo-limoneuse, dans les parcelles à bonne minéralisation ou dans des cultures très denses en sortie d'hiver, des conditions climatiques favorables devraient conduire à faire l'impasse de la fumure de tallage en cumulant la dose prévue à ce stade avec la fumure de redressement. **La fumure de référence devient alors : 0 N – 90 N – 60 N.**

Lorsqu'on fait l'impasse de la fumure du tallage, il est important de respecter le stade d'application de la fumure du redressement. Faire l'impasse de toute fumure avant le stade 1^{er} nœud est souvent très pénalisant. Il est préférable d'anticiper et d'appliquer la fumure tallage + redressement quelques jours avant le stade « épis à 1 cm ».

Il ne convient pas de supprimer complètement la fumure de tallage dans les parcelles peu fertiles ou trop froides, même en Hesbaye ou encore lorsque comme en 2012 les sols restent gorgés en eau au mois de mars. Mais une dose d'azote trop importante (au delà de 50 unités) aurait comme effet de provoquer un développement de talles surnuméraires, non productives et génératrices d'ennuis (densité de végétation trop forte, verse, maladies, ...).

Une majoration des doses préconisées ne peut se concevoir que dans les situations particulières : dans le cas d'une emblavure claire ou peu développée à la sortie de l'hiver (cas de semis tardifs ou suite à l'arrêt précoce de la végétation à l'arrière-saison, déchaussement, ...).

Le meilleur moment pour effectuer l'apport post-hivernal de tallage doit coïncider avec la reprise de la végétation. Intervenir plus tôt ne s'est jamais concrétisé par un bénéfice à la culture, au contraire une telle pratique présente des risques pour l'environnement et pour la culture.

2.3.3.2 La fraction au redressement

A partir du redressement, les besoins de l'escourgeon deviennent importants. Les disponibilités à ce stade doivent être suffisantes pour couvrir les besoins afin d'éviter toute faim azotée mais, comme pour le tallage, il est inutile, quelles que soient les situations, d'appliquer des fumures excessives au risque d'entraîner ultérieurement des problèmes de verse, maladies, ... Pour ces raisons, **la somme des fractions tallage et redressement devrait être limitée à 115 N.**

2.3.3.3 La fraction à la dernière feuille

Cette dernière fraction est destinée à assurer le remplissage maximum des grains en maintenant une activité photosynthétique la plus longue possible et un transfert parfait des matières de réserve vers le grain.

Pour autant que la fumure appliquée précédemment ait été correctement ajustée, la dose de référence à épandre à cette période est fixée à 60 kg N/ha.

2.3.4 Calcul de la fumure azotée pour 2014

Fumure de référence pour l'escourgeon :

Fraction du tallage (1^{ère} fraction) : 20 N

Fraction du redressement (2^{ème} fraction) : 70 N

Fraction de la dernière feuille (3^{ème} fraction) : 60 N

Lorsqu'on fait l'impasse de la fumure du tallage, il est important de respecter le stade d'application de la fumure du redressement. Faire l'impasse de toute fumure avant le stade 1^{er} nœud est souvent très pénalisant. Il est préférable d'anticiper et d'appliquer la fumure tallage + redressement quelques jours avant le stade « épis à 1 cm ».

Les adaptations de chaque fraction se calculent comme ci-dessous.

1 Détermination de N.TER, fonction du contexte sol-climat

Cette détermination se fait en deux étapes : définition de l'indice TER de la parcelle sous l'angle pédo-climatique (1.1) et valeurs de N.TER correspondantes pour chaque fraction (1.2).

1.1 Définition de l'indice TER de la parcelle

TER = la somme des valeurs retenues dans les trois tableaux suivants

REGIONS	Valeur
Condroz, Famenne, Fagne, Thudinie, Polders, Ardennes	3
Hesbaye sèche, régions de Tournai, de Courtrai, d'Audenarde	5
Toutes les autres régions	4
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

DRAINAGE	Valeur
Pour la région, le drainage de la parcelle est:	
MAUVAIS	-1
NORMAL	0
EXCELLENT (uniquement dans le Condroz)	1
<i>Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle</i>	

STRUCTURE ET ARGILE	Valeur
Si mauvaise structure	-1
Si terre argileuse, très lourde	-1
Sinon	0
<i>Inscrire ici la valeur pour votre parcelle</i>	

Total des trois valeurs retenues = indice TER à reporter dans le tableau 1.2.

1.2 Définition des valeurs de N.TER pour chaque fraction

Rechercher les valeurs de N.TER correspondant à l'indice TER calculé.

Indice TER (Type de terre)	VALEUR DE N.TER POUR LA		
	1^{ère} fraction	2^{ème} fraction	3^{ème} fraction
TER 0 et 1	+ 15	+ 20	+ 5
TER 2	+ 15	+ 15	0
TER 3	0	+ 20	0
TER 4	0	0	0
TER 5	- 10	- 20	+ 10

Vos parcelles	N.TER RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 46)		
	1^{ère} fraction	2^{ème} fraction	3^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			

2 Détermination de N.ORG, fonction de la richesse organique du sol

2.1 Définition de la classe de richesse organique des sols pour la parcelle

RÉGIME D'APPORT DES MATIÈRES ORGANIQUES	CLASSE ORGA
Restitutions organiques très faibles, pas d'apport d'effluent d'élevage, vente occasionnelle de pailles	1
Incorporation des sous-produits ou échange paille – fumier, apport modéré de matière organique tous les 3 à 5 ans	2
Apport important de matières organiques tous les 3 à 5 ans ou fréquence élevée de ces apports	3
Vieille prairie retournée depuis moins de 5 ans (=> <i>fractionnement en deux apports</i>)	4
<i>Inscrire ici la classe ORGA correspondant à votre cas</i>	

2.2 Détermination des valeurs de N.ORG pour chaque fraction

CLASSES	1 ^{ère} FRACTION	2 ^{ème} FRACTION	3 ^{ème} FRACTION
ORGA 1	+10	+10	0
ORGA 2	0	0	0
ORGA 3	-20	-10	0
ORGA 4	-30	-20	-10

Vos parcelles	N.ORG RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 46)		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			
Parcelle 3			

3 Détermination de N.PREC, fonction du précédent

PRECEDENT CULTURAL	N.PREC. POUR		
	1 ^{ère}	2 ^{ème}	3 ^{ème}
	FRACTION		
Chaumes	0	0	0
Pailles avec azote	0	0	0
Pailles sans azote	+ 25	+ 15	0

Vos parcelles	N.PREC RETENUS POUR VOS PARCELLES (à reporter p. 46)		
	1 ^{ère} fraction	2 ^{ème} fraction	3 ^{ème} fraction
Parcelle 1			
Parcelle 2			

4 Détermination de N.ETAT, fonction de l'état de la culture

4.1 Pour la fraction du TALLAGE

4.1.1 Détermination de l'état de la culture

STADE DE LA CULTURE AU DEBUT MARS	Valeur
Fin tallage	5
Plein tallage	4
Début tallage	3
Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle	

DENSITE DE VEGETATION	Valeur
Densité trop faible	-1
Densité normale	0
Densité trop élevée	+1
Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle	

ACCIDENTS CULTURAUX	Valeur
Si déchaussement, phytotoxicité d'herbicides	-1
Sinon	0
Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle	

RESSUYAGE DU SOL	Valeur
Si sol gorgé en eau	-1
Si sol très bien ressuyé	+1
Sinon	0
Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle	

Total des quatre valeurs retenues = indice ETAT à reporter dans le tableau 4.1.2.

4.1.2 Détermination des valeurs de N.ETAT pour la fraction du tallage

ETAT DE LA CULTURE	N.ETAT
ETAT 1	+ 30
ETAT 2	+ 20
ETAT 3	+ 10
ETAT 4	0
ETAT 5	- 10
ETAT 6	- 20
ETAT 7	- 30

Vos parcelles	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	

4.2 Pour la fraction de REDRESSEMENT

Détermination de N.ETAT pour la fraction du redressement

ASPECT DE LA VÉGÉTATION	N.ETAT
Végétation trop faible ou irrégulière	+ 20
Végétation normale	0
Végétation trop forte	- 20

Vos parcelles	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	

4.3 Pour la fraction de la DERNIERE FEUILLE

Détermination des valeurs de N.ETAT pour la fraction de dernière feuille

ASPECT DE LA VÉGÉTATION	N.ETAT
Végétation trop faible	+ 20
Végétation normale	0
Végétation trop forte et ou présence importante de maladies	- 20
Inscrire ici la valeur retenue pour votre parcelle	

VOS PARCELLES	N.ETAT RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	

5 Détermination DE N.CORR

Ces correctifs permettent de corriger d'éventuels surdosages ou sous-dosages compte tenu des apports antérieurs.

5.1 Pour la fraction de tallage

La fraction de tallage ne doit pas dépasser 50 unités par hectare. Si la culture présente trop de facteurs défavorables (terre mal drainée, à très mauvaise structure, précédent paille sans azote, densité insuffisante, plantes déchaussées), le potentiel de rendement de la culture est affaibli. Dans ce cas, tout excès de fumure contribuerait à le réduire encore.

Détermination de la valeur de N.CORR pour la fraction de tallage

	N.CORR
Si N.TER + N.PREC + N. ETAT est égal ou inférieur à 50 unités	0
Si N.TER + N.PREC + N. ETAT est supérieur à 50 unités	$50 - (N.TER + N.PREC + N.ETAT)^*$

* La valeur de N.CORR est dans ce cas toujours négative.

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	

5.2 Pour la fraction de redressement

La détermination de N.CORR pour la fraction du redressement se fait en fonction de la somme des premières fractions (tallage appliquée + redressement calculée) et du type de terre TER (voir 1.1).

TYPE DE TER		VALEUR DE N.CORR.
TER 0, TER 1,	Si fractions tallage + redressement = 155 ou moins	0
TER 2	Sinon N.CORR= 155 - fraction tallage - fraction redressement calculée	...
TER 3, TER 4	Si tallage + redressement = 135 ou moins	0
	Sinon N.CORR = 135 - fraction tallage - fraction redressement calculée	...
TER 5	Si fractions tallage + redressement = 115 ou moins	0
	Sinon N.CORR= 115 - fraction tallage - fraction redressement calculée	...

Si PREC paille enfouie sans azote remplacer les valeurs 155, 135 et 115 par respectivement 170, 150 et 130.

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	

5.3 Pour la fraction de dernière feuille

N.CORR dépend de la somme des premières fractions réellement appliquées.

Si fraction tallage + fraction redressement	N.CORR.
= 80 N ou moins	+ 20
= + de 80 N	0

Vos parcelles	N.CORR RETENUS POUR VOS PARCELLES
Parcelle 1	
Parcelle 2	

6 Calcul de la fumure

FUMURE	DOSE REF.	N. TER	N. ORGA	N. PREC	N. ETAT	N. CORR	TOTAL (1)
<i>Au tallage</i>	20						
<i>Au redress.</i>	70						
<i>A la dern. fe.</i>	60						

(1) Lorsque le total ainsi calculé est négatif, sa valeur est ramenée à 0 ; lorsque ce total vaut moins de 10 N, sa valeur est reportée sur la fraction suivante.

LES CONSEILS DE FUMURE AZOTEE DE
L'ORGE D'HIVER À DESTINATION
BRASSICOLE SONT REPRIS DANS LE
CHAPITRE « ORGE BRASSICOLE ».